



Π.Α.Δ.Α.

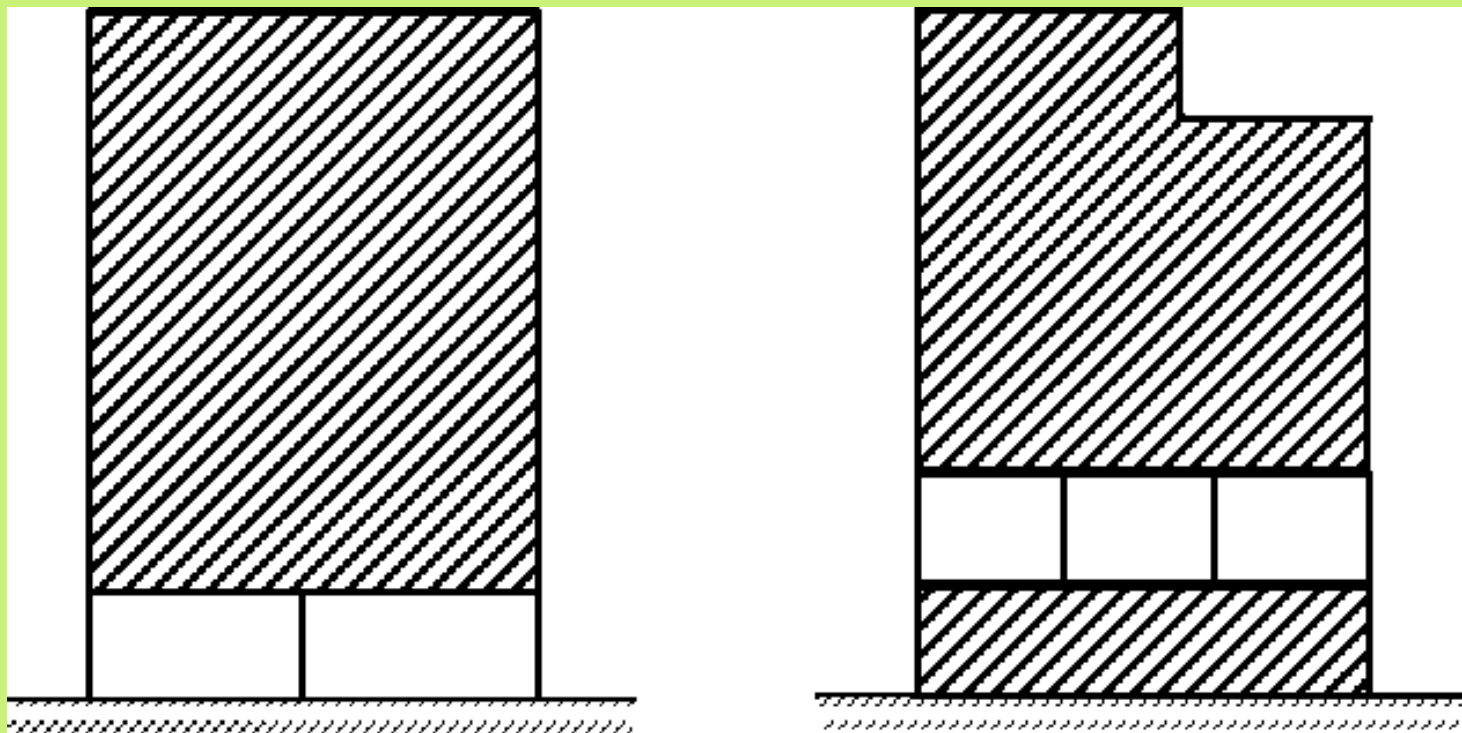
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

**Επισκευές Ενισχύσεις κατασκευών από
Ο.Σ.**

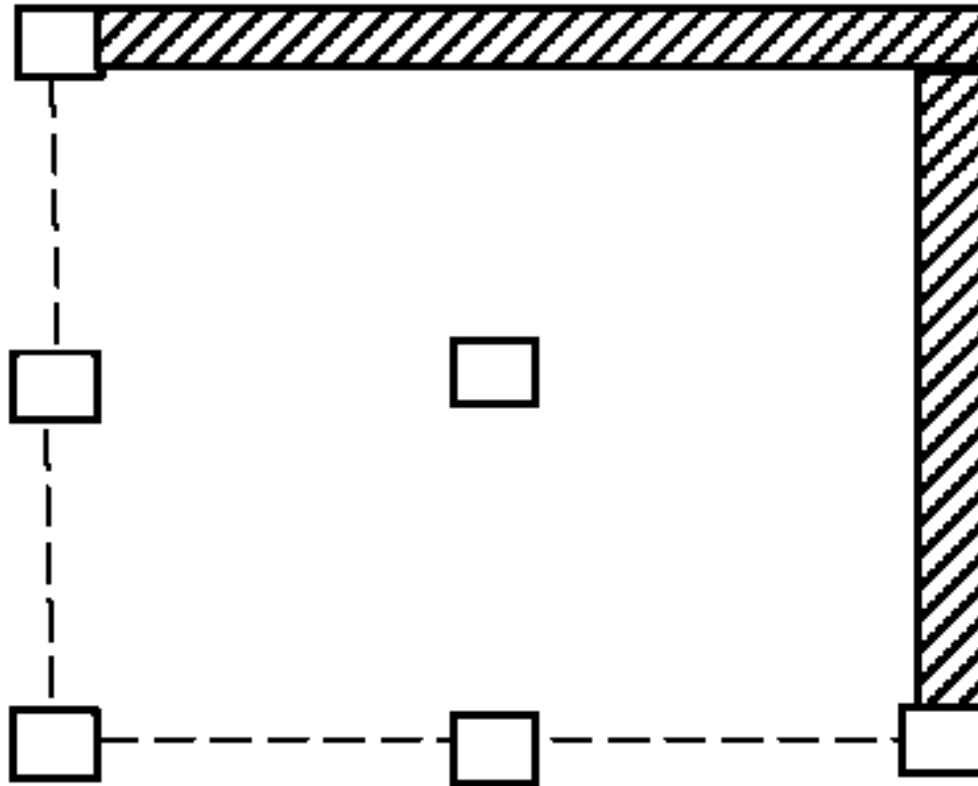
Ακαδημαϊκό έτος 2019-2020
Δρ Κυριαζόπουλος Αντώνης

**ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΤΩΝ
ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ-ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ
ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ –ΕΠΙΛΟΓΗ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ**

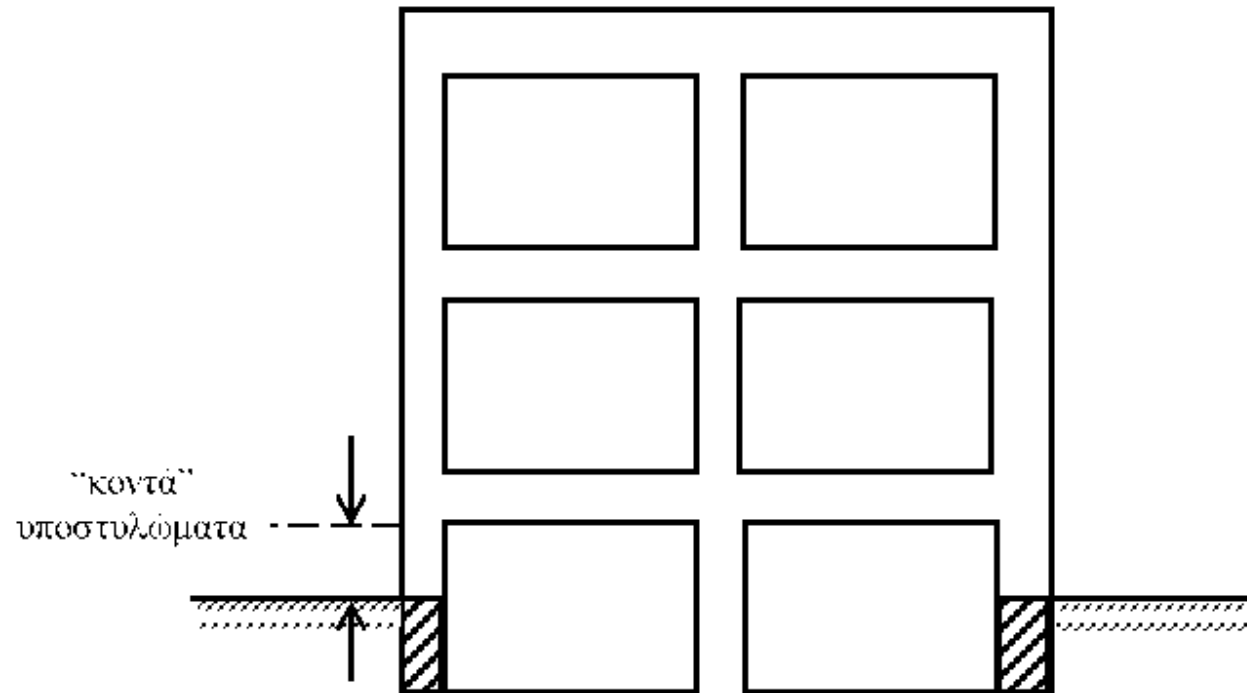
- **Χρονοιστορία κτιρίων στην Ελλάδα 1950-1980-2015**
- **Σεισμικός παράγοντας –Φυσική φθορά-Υπερφόρτιση**
- **Απουσία συντήρησης βραχυχρόνια-μακροχρόνια : διαβροχή, ρηγματώσεις, ενανθρακώσεις, οξειδώσεις κλπ**
- **Ο ρόλος της « εργολαβίας –αντιπαροχής» και ο ιδιοκτήτης: στατικές μελέτες, ποιότητα υλικών, κουλτούρα συνεργείων -σκυροδετήσεις με νερό-σιδερώματα-υδραυλικοί-ηλεκτρολόγοι**
- **Ο ρόλος του πολιτικού μηχανικού διαχρονικά**
- **Διάρκεια κατασκευής, Ανολοκλήρωτα τμήματα, Διαδοχικοί Α/Σ**
- **Παθογένειες δομοστατικού σχεδιασμού**



Έντονη μεταβολή δυσκαμψίας καθ' ύψος

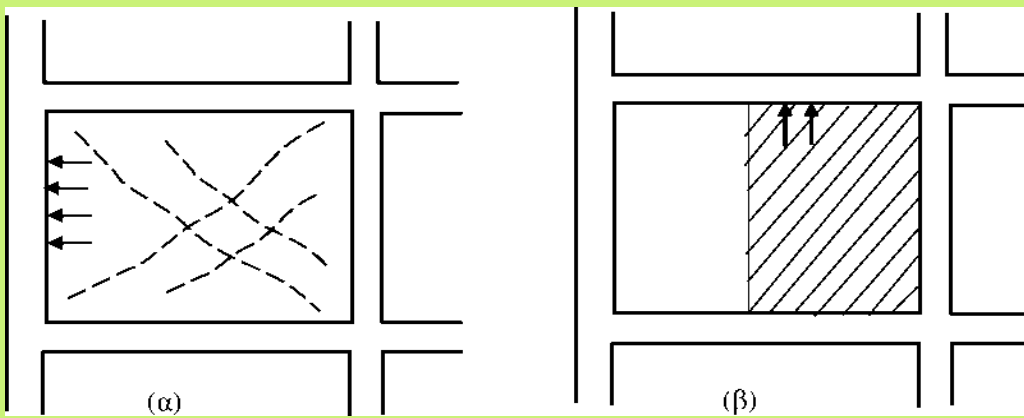


Ακανόνιστη κατανομή δυσκαμψιών κατακόρυφων μελών

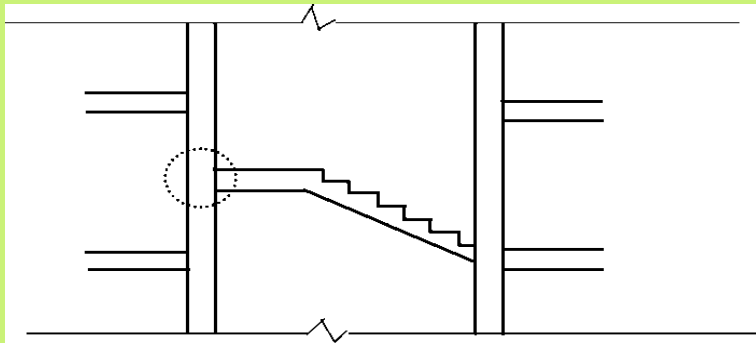


“Κοντά” υποστυλώματα λόγω υπερυψωμένου υπογείου

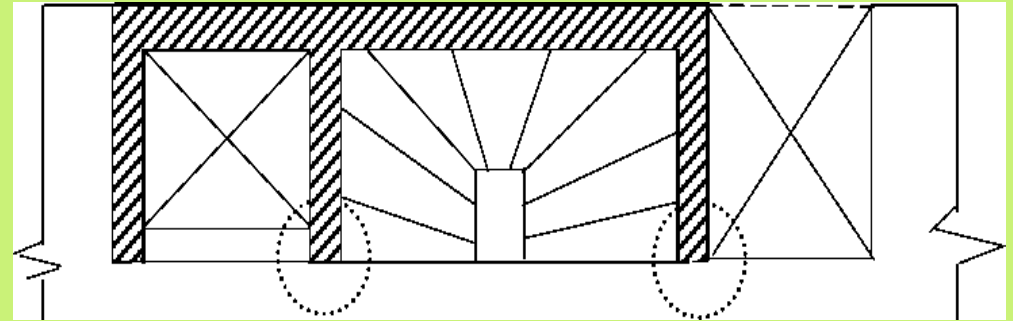
Γνωστά προβλήματα κύρια σε βιομηχανικούς χώρους
-υπόγεια με φεγγίτες κλπ



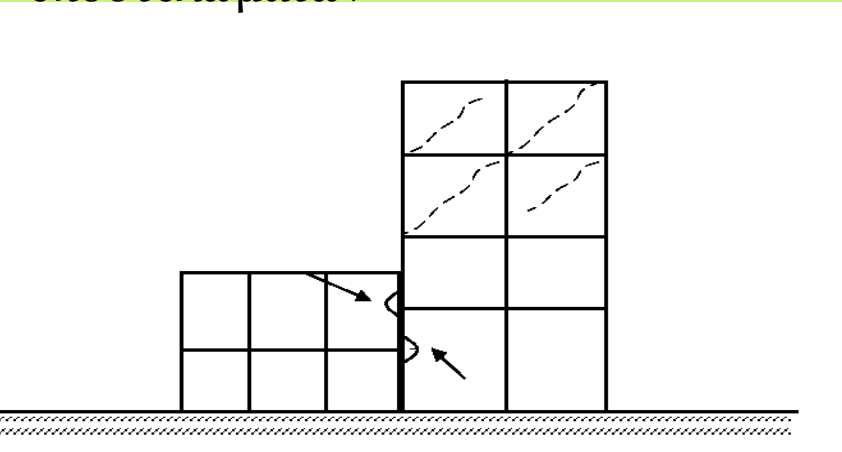
Δυσμενής επίδραση
τοιχοπληρώσεων α) σε
υποστυλώματα β) σε δοκούς



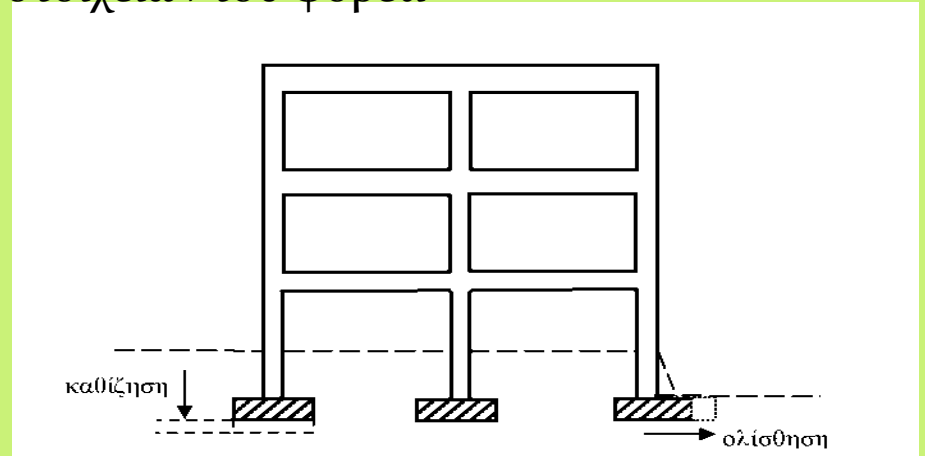
: Στηρίξεις στο ενδιάμεσο του ύψους
υποστυλωμάτων



Περιοχές σύνδεσης ισχυρών και αδύνατων
στοιχείων του φορέα



Πρόσκρουση γειτονικού κτιρίου



Προβλήματα θεμελίωσης

Στάθμη επιτελεστικότητας, δηλαδή η επιθυμητή συμπεριφορά της κατασκευής για την αντίστοιχη σεισμική δράση σχεδιασμού

- ένας προοδευτικά αυξανόμενος αριθμός υφιστάμενων κατασκευών, διαπιστώνεται ότι χρήζουν επεμβάσεων για την ανάληψη σεισμικών φορτίων
- Κύριο του Έργου και την ισχύουσα νομοθεσία, διάφορες εναλλακτικές στρατηγικές και συστήματα επεμβάσεων ενδέχεται να οδηγήσουν σε αποδεκτές λύσεις επεμβάσεων
- Αρχικό στάδιο οποιασδήποτε ενέργειας αποτελεί πάντα η αξιολόγηση της υφιστάμενης κατασκευής
- συγκεκριμένη στρατηγική, ο Μηχανικός αξιολογεί βαθμό εφαρμογής και, με Κύριο του Έργου, επιλέγει τη στρατηγική ή το συνδυασμό στρατηγικών που αποτελεί τη βέλτιστη λύση
- **Προϋπόθεση** : επιλογή **Στάθμης επιτελεστικότητας** απαιτήσεις αυτής η βαθμός ανεπάρκειας
- Στρατηγικές επεμβάσεων-Σύστημα επεμβάσεων-Προμελέτη

ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ

- Η στρατηγική των επεμβάσεων είναι η βασική προσέγγιση που υιοθετείται για τη βελτίωση της σεισμικής συμπεριφοράς μίας κατασκευής ή για τη μείωση της διακινδύνευσης σε αποδεκτά όρια.
- μείωση της σεισμικής διακινδύνευσης, στρατηγικές είτε καθαρά τεχνικής είτε διαχειριστικής φύσης
- **Τεχνική**: αύξηση της αντοχής και της δυσκαμψίας του κτιρίου, η αύξηση της ικανότητας παραμόρφωσης και η μείωση της σεισμικής απαίτησης
- **Διαχειριστική**: αλλαγή χρήσης, προοδευτική εφαρμογή επεμβάσεων, προσωρινά μέτρα ενίσχυσης
- Εύρος επιλογών: **σεισμική απαίτηση**, **σεισμός σχεδιασμού**, **ατέλειες φορέα**, αύξηση δυσκαμψίας, αύξηση ικανότητας ανάληψης παραμόρφωσης-απορρόφησης ενέργειας, **μείωση σεισμικής απαίτησης**

ΖΗΤΟΥΜΕΝΟ

ΟΧΙ το δόμημα να φέρει με ασφάλεια σεισμικά φορτία (**παλιός κανονισμός**)

ΝΑΙ Αντοχή, δυσκαμψία, ικανότητα απορρόφησης ενέργειας



Ικανοποίηση επιλεγείσας στάθμης επιτελεστικότητας

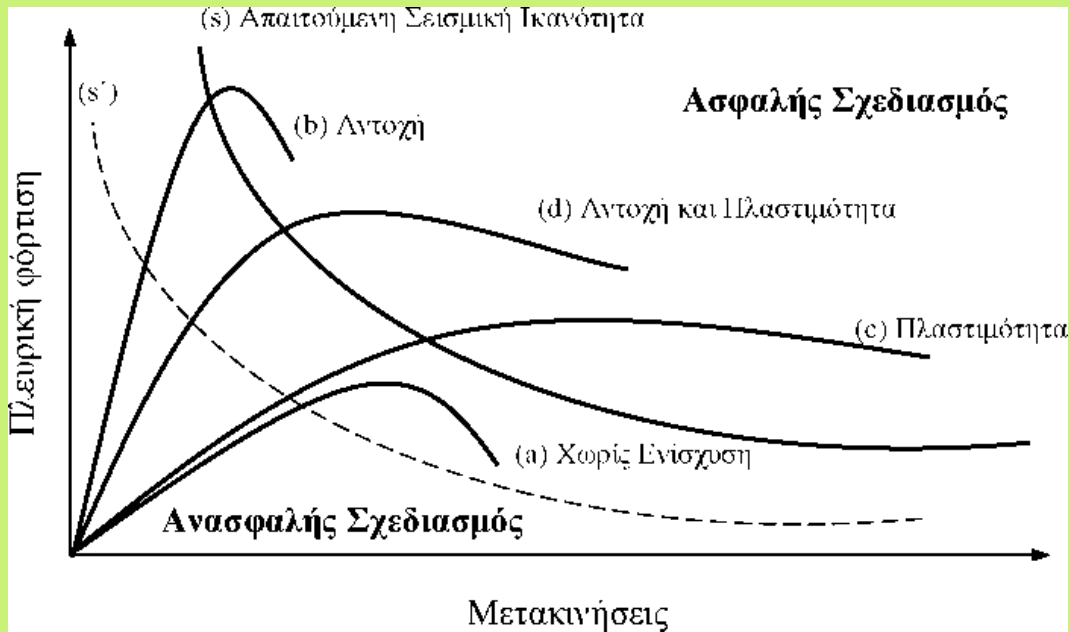
ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ

- Περιορισμός βλαβών στα πρωτεύοντα καθώς και τα δευτερεύοντα στοιχεία της κατασκευής σε ανεκτά επίπεδα για τη δεδομένη στάθμη επιτελεστικότητας.
- Πρωτεύοντα αυτά που αντιστέκονται στην κατάρρευση (υποστυλώματα, τοιχώματα κλπ)
- Διαχειριστικές στρατηγικές: επεμβάσεις με κτίριο σε χρήση η εκκένωση ως τέλος επεμβάσεων, αποδεκτή η υπάρχουσα σεισμική διακινδύνευση άρα όχι επεμβάσεις η αλλαγή χρήσης κτιρίου, κατεδάφιση και αντικατάσταση, προοδευτική εφαρμογή επεμβάσεων με υποστήριξη, επεμβάσεις εξωτερικά (όψεις).
- Διαχειριστικές στρατηγικές επίδραση στην εφαρμογή και στο κόστος
- Βέλτιστο: συνδυασμός διαχειριστικής-τεχνικής στρατηγικής

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ

- **Σύστημα επεμβάσεων** : συγκεκριμένη μέθοδος επεμβάσεων που χρησιμοποιείται για την επίτευξη της στρατηγικής που έχει επιλεγεί
- **Αξιόπιστη σεισμική συμπεριφορά**: πλήρες σύστημα ανάληψης των σεισμικών φορτίων, που να περιορίζει τις μετακινήσεις για αποδεκτά επίπεδα βλαβών για την επιλεγμένη στάθμη επιτελεστικότητας
- (α) μάζα, δυσκαμψία, απόσβεση και διαμόρφωση του φέροντος και του μη φέροντος οργανισμού, (β) η ικανότητα παραμόρφωσης των στοιχείων φέροντος και μη φέροντος οργανισμού και (γ) η ενέργεια και ο χαρακτήρας της σεισμικής διέγερσης στην οποία υποβάλλεται η κατασκευή
- προσθήκη **δικτυωτών συνδέσμων** ή **τοιχωμάτων οπλισμένου σκυροδέματος**, επιδρούν στη δυσκαμψία και στην αντοχή της κατασκευής. Τα συστήματα απορρόφησης ενέργειας, π.χ. οι ιξώδεις αποσβεστήρες-σεισμική μόνωση μεταβάλουν **απόσβεση** κατασκευής -εδάφους



ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ

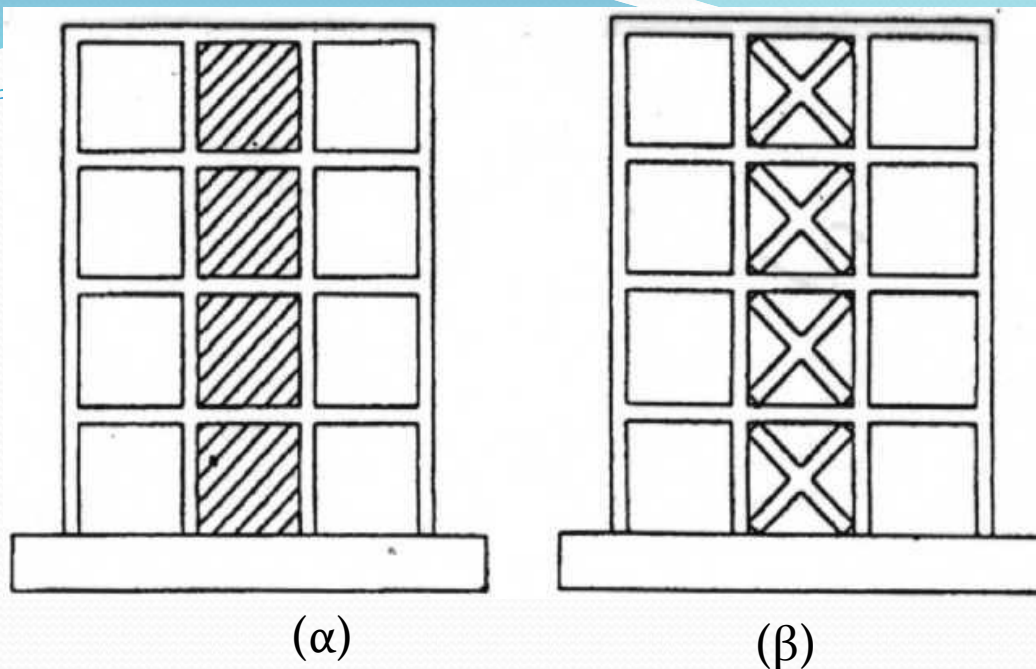


Η καμπύλη s , s' όριο σφαλούς και της ανασφαλούς επιλογής λύσης ενίσχυσης.

Ασφαλής κατασκευή θεωρείται όταν η καμπύλη που αναπαριστά τη συμπεριφορά της επεκτείνεται στην περιοχή πάνω από την καμπύλη (s) που απεικονίζει τον ασφαλή σχεδιασμό. Στην αντίθετη περίπτωση απαιτείται ενίσχυση

ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ Α/Σ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ

- Τοπικές επεμβάσεις στον κύριο φορέα
βελτιστοποίηση σε ανεπαρκή αγκύρωση ,σε σύνδεση φερόντων και μη
- Αύξηση της δυσκαμψίας και της αντοχής της κατασκευής
*+ δυσκαμψία -μετακίνηση , αύξηση αντοχής = αύξηση
σεισμικής δύναμης  μεταλλικά η πολυμερή  αντοχή
όχι δυσκαμψία Ταυτόχρονη Εφαρμογή*




(α) Τοιχώματα εντός πλαισίων (β) Δικτυωτά συστήματα

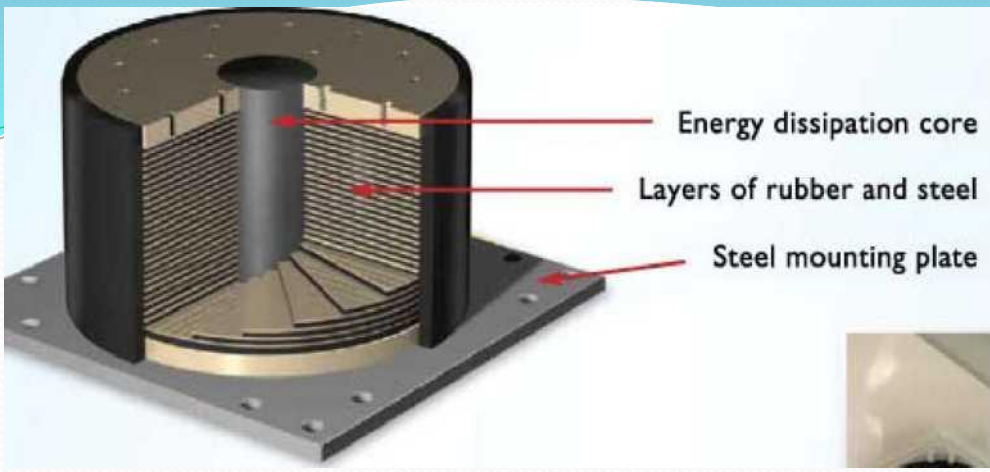
ατέλεια παλαιότερων πλαισιακών φορέων ΟΣ ανεπαρκή μήκη υπερκάλυψης των εφελκυσόμενων ράβδων του διαμήκους οπλισμού είναι, με αποτέλεσμα χαμηλή καμπτική αντοχή των μελών επιβολή εξωτερικής περίσφιγξης στις θέσεις των ενώσεων με υπερκάλυψη σημαντική βελτίωση συμπεριφοράς **χωρίς μεταβολή δυσκαμψίας**

ΑΥΞΗΣΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗΣ

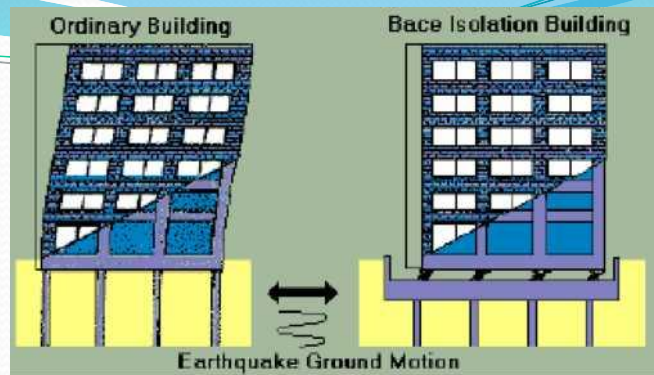
- Επιβολή εξωτερικής περίσφιγξης σε υφιστάμενα στοιχεία
- Τοπική απομείωση της δυσκαμψίας
- Τροποποίηση στοιχείων, κυρίως κατακορύφων, του φέροντος οργανισμού ώστε να μεταβληθούν οι προβλεπόμενοι μηχανισμοί αστοχίας
- Παροχή επιπλέον στήριξης σε περιοχές που αστοχούν λόγω υπερβολικών μετακινήσεων
- **ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑ !!!** μικρή αρχιτεκτονική παρέμβαση, αύξηση πλαστιμότητας
- Σε υποστυλώματα κύρια με μανδύες ΟΣ, μεταλλικούς μανδύες, μανδύες από σύνθετα υλικά πολυμερών
- Σε **pilotis** – έμμεσες στηρίξεις- μηχανισμούς ορόφων-πλαστικές παραμορφώσεις σε άκρα στύλων
- Είναι αποτελεσματική σε μικρό πλήθος στοιχείων αλλιώς είναι δαπανηρή και δυσχεραίνει την λειτουργικότητα

ΜΕΙΩΣΗ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΑΠΑΙΤΗΣΗΣ

- Μεταβολές στην υφιστάμενη κατασκευή για την μείωση των αναπτυσσόμενων δυνάμεων και παραμορφώσεων λόγω σεισμού
- Μείωση της μάζας της κατασκευής
- Εγκατάσταση συστημάτων σεισμικής μόνωσης ή/και απορρόφησης ενέργειας
 - μείωση της μάζας  μείωση των αδρανειακών δυνάμεων και της συνολικής απαίτησης σε μετακινήσεις (δεξαμενές, αφαίρεση ορόφων κλπ)
 - Σεισμική μόνωση: εύκαμπτα εφέδρανα περί την θεμελίωση-ικανότητα πλευρικής παραμόρφωσης –αποσβεστήρες. Αύξηση θεμελιώδους ιδιοπεριόδου και απόσβεσης κατασκευής
αύξηση δυσκαμψίας ανωδομής, εφαρμογή σε πλαίσιακούς φορείς-Νέες κατασκευές σοβαρής σπουδαιότητας



Ελαστομεταλλικός σεισμικός μονωτήρας με πυρήνα μολύβδου



: Συμπεριφορά κτιρίου με και χωρίς σεισμική μόνωση υποκείμενο σε σεισμική κίνηση εδάφους.

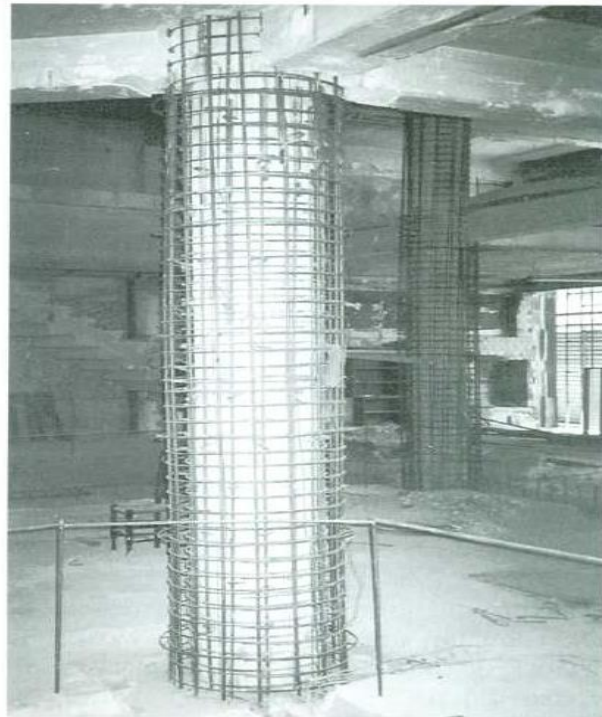


Σεισμικός μονωτήρας





Εγκατάσταση σεισμικού μονωτήρα

ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΣΤΥΛΟΥ ΜΕ ΜΑΝΔΥΑ Ο.Σ.



ΕΠΙΛΟΓΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ

- ❖ Αύξηση της δυσκαμψίας και της αντοχής της κατασκευής- αποτελεσματική μέθοδος προσθήκη τοιχωμάτων εντός των πλαισίων του φορέα μετά προσθήκη δικτυωτών συνδέσμων, η μέθοδος της προσθήκης τοιχωμάτων κατ' επέκταση υφιστάμενων υποστυλωμάτων και η χρήση σύνθετων υλικών.
- ❖ Αύξηση της πλαστιμότητας, μέθοδος που ενδείκνυται είναι η κατασκευή μανδυών σε ένα πλήθος επιλεγμένων υποστυλωμάτων ΚΑΙ χρήση σύνθετων υλικών
- ❖ Ταυτόχρονη αύξηση αντοχής, δυσκαμψίας και πλαστιμότητας της κατασκευής τότε μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιαδήποτε από τις μεθόδους αντισεισμικής ενίσχυσης λαμβάνοντας υπόψη τον επιθυμητό βαθμό αύξησης του μεγέθους καθενός από τα παραπάνω χαρακτηριστικά
 - Συνδυασμός μεθόδων –τεχνικών  βέλτιστη τεχνικοοικονομική λύση
 - Κατασκευές 1980 όχι πλαστιμότητα- μανδύες πρβ με θεμελίωση
 - Νομοθετικό πλαίσιο για αποκατάσταση βλαβών από σεισμό συγκερασμός εφικτού με ευκταίο  άρα Πολιτική απόφαση (ΚΑΝΕΠΕ) αποζημιώσεις κλπ

ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΟΙ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ!!

□ *Σχεδιαστικοί περιορισμοί* :επηρεάζουν άμεσα τη δυνατότητα υλοποίησης μίας στρατηγικής ή ενός συστήματος επεμβάσεων.

Η επιλεγείσα στάθμη επιτελεστικότητας, περιορισμοί κόστους μελέτης -κατασκευής, χρονικοί περιορισμοί σχετικά αποπεράτωσης του έργου.

Περιορισμοί από πολεοδομικές διατάξεις, απαιτήσεις διατήρησης του ιστορικού χαρακτήρα της κατασκευής, επιπτώσεις των εργασιών ανασχεδιασμού στη λειτουργικότητα και τη χρήση του κτιρίου τόσο κατά τη διάρκεια όσο και μετά την ολοκλήρωσή τους

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΙΚΕΣ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ

- **Αλλαγή χρήσης** της κατασκευής, **κατεδάφιση**, προσωρινή ενίσχυση, η ενίσχυση σε φάσεις, η ενίσχυση χωρίς διαταραχή της λειτουργίας της κατασκευής, η ενίσχυση με εκκένωση της κατασκευής και η **ενίσχυση της κατασκευής εξωτερικά ή εσωτερικά**
- Επιλογή της κατάλληλης διαχειριστικής στρατηγικής πολύ σημαντική παράμετρο επίτευξης της μείωσης της σεισμικής διακινδύνευσης μίας υφιστάμενης κατασκευής.
- Ο Μηχανικός συνεκτιμά και συναποφασίζει με τον Κύριο του έργου

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ

Πληροφορίες

+

Μετρήσεις

ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ
ΕΠΕΜΒΑΣΗ

- Απομένοντα χαρακτηριστικά
- $R', K', \mu' - q'$

Ανακατανομή εντατικών μεγεθών S'

**ΜΕΤΑ ΑΠ' ΤΗΝ
ΕΠΕΜΒΑΣΗ**

Αναδιαστασιολόγηση δομικών στοιχείων

Ανακατανομή εντατικών μεγεθών μετά την επέμβαση



επείγοντα μέτρα ασφαλείας



Διαθέσιμα περιθώρια ασφαλείας $(R' - S') : S'$



ΛΗΨΗ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

- βαθμός επείγοντος
- τεχνικές

ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΚΑΙ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

□ ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΚΑΙ ΙΣΤΟΡΙΚΟ

- Χρονολογία οικοδόμησης
- Φάκελος μελέτης
- Προγενέστερη κατάσταση του έργου (παλαιότερες ζημιές επισκευές επεμβάσεις)

□ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ

- Οπτική εξέταση. Αναγνώριση φέροντος οργανισμού (ορθότητα σύλληψης φορέα)
- Εντόπιση κακοτεχνιών
- Αποτύπωση βλαβών επί σχεδίων
- Αποτίμηση δευτερεύοντος οργανισμού (δυνατότητα ανάληψης αντίστασης)
- Κατάσταση υλικών
- Κατάσταση γειτονικών ομοειδών έργων

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ -ΔΟΚΙΜΕΣ

- Γεωμετρικές μετρήσεις (διαστάσεις, ποσοστά οπλισμού)
- Διερεύνηση εδάφους και θεμελιώσεων
- Μηχανικές ιδιότητες των υ)λικών (επί τόπου & εργαστήριο)
- Κατάσταση οπλισμών
- Δοκιμαστικές φορτίσεις

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

● ΣΥΛΛΗΨΗ

Επιλογή : σκοπού, έκτασης και τεχνικής για την επέμβαση

Προκαταρκτική διαστασιολόγηση

Εκτίμηση τυχόν μεταβολών στις δυσκαμψίες των δομικών στοιχείων

Επιλογή στάθμης πλαστιμότητας του τελικού έργου

■ ΑΝΑΛΥΣΗ

Μή σεισμικές δράσεις

Στάθμη σεισμικών δράσεων;

Προσδιορισμός εντατικών μεγεθών

□ ΕΠΑΛΗΘΕΥΣΗ

Προσομοίωση συμπεριφοράς νέων δυνάμεων

Επί μέρους συντελεστές ασφαλείας

Υπολογισμός αντοχών διατομών

Ικανοτικοί έλεγχοι

Επαλήθευση ανισότητας ασφαλείας (**δυνάμεις** πχ M_d **παραμορφώσεις** πχ θ_{pl})

Επανεκτίμηση ολικού συντελεστή συμπεριφοράς “q”

ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ

- **Γενικά**
- Τροποποιημένες δράσεις
- Τροποποιημένες αντοχές υλικών και τροποποιημένοι επιμέρους συντελεστές ασφαλείας (αντιστάσεως).
- **Ακαμψίες**. Συνδυασμός δράσεων
- Ανάλυση πριν απ' την επέμβαση (γενική μέθοδος, προσεγγιστική μη γραμμική ανάλυση).
- Έλεγχος επαλήθευση αντιστάσεων - αποτίμηση (υπολογιστική μέθοδος, μέθοδοι εκτιμήσεως τρωτότητας)

ΑΜΕΣΑ ΜΕΤΑΣΕΙΣΜΙΚΑ ΜΕΤΡΑ

- Προσεγγιστική επιθεώρηση
- Εντολές για τον πληθυσμό
 - κάτοικοι
 - περαστικοί
 - αφαίρεση ερειπίων
- Άμεσες δομητικές επεμβάσεις
 - υποστύλωση
 - καθαίρεση
- Εκτιμήσεις για την συμπεριφορά στους μετασεισμούς

ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ



- **ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ**

- Ιστορικόν
- Κατανόηση του δομητικού συστήματος
- Ενδεχόμενες μεταβολές
- Εδαφικές συνθήκες και θεμελίωση
- Περιβαλλοντικές βλαπτικές συνθήκες
- Χρήση κτιρίου
- Ποιότητα υλικών
- Προγενέστερες βλάβες/επισκευές
- Εντόπιση τυχόν χοντρικών σφαλμάτων
- Αποτύπωση διαστάσεων και βλαβών
- - Επιτόπου μετρήσεις

ΔΡΑΣΕΙΣ

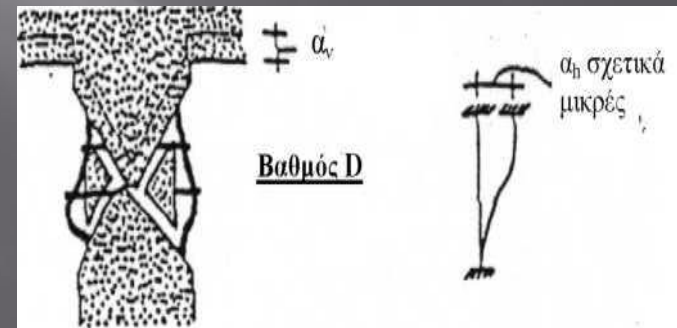
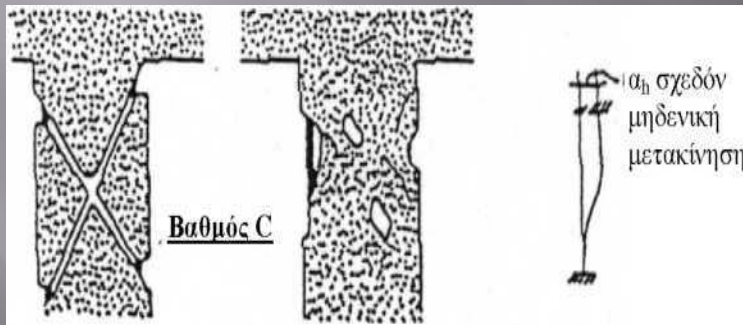
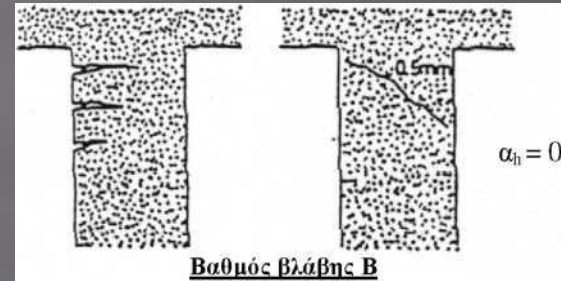
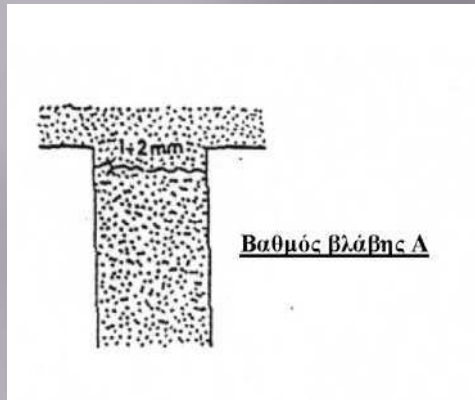
- Ενδεχόμενη μείωση της σεισμικής επιταχύνσεως

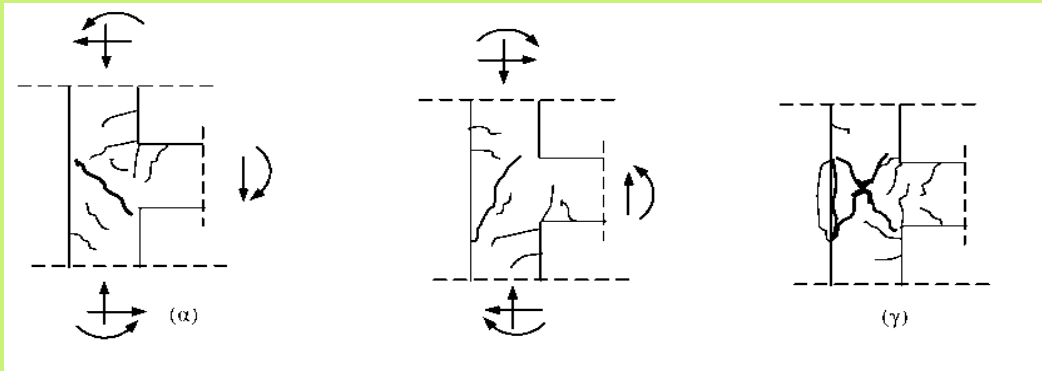
$$\alpha_q = \exp [k_1 \log T_m + k_2]$$

- $T_m = \frac{L_t}{\ln(1-P_f)}$  διάρκεια αναφοράς  πιθανότητα υπερβάσεως α_q εντός της διάρκειας L_t

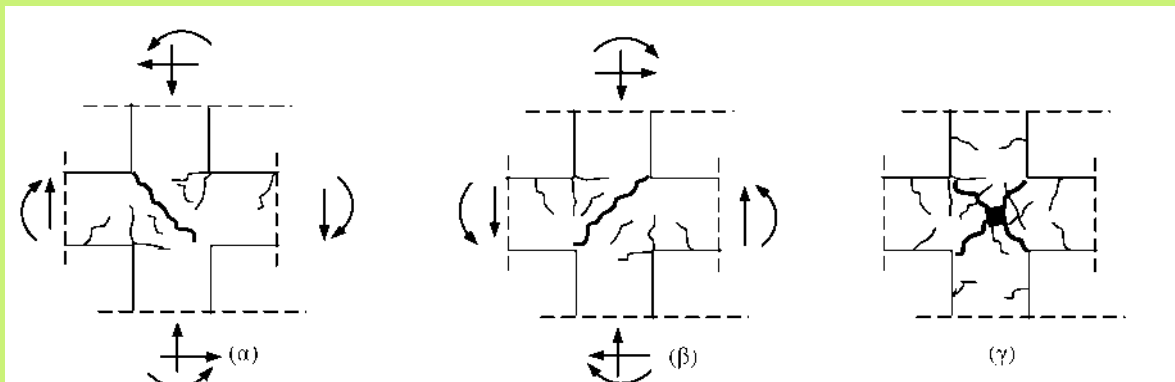
- (i) $L_t \sim 20$ έτη
- (ii) Οικονομικά και πολιτικά αίτια
- (iii) Μνημεία

Βαθμοί βλάβης σε υποστυλώματα και τοιχώματα





βλάβες σε ακραίους κόμβους



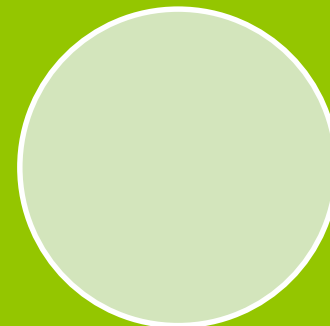
βλάβες σε μεσαίους κόμβους

ΤΕΛΟΣ
ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗΣ Α
ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ



ΕΠΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ

ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΙΑΓΝΩΣΗΣ ΒΛΑΒΩΝ
ΦΕΡΟΝΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ -ΤΥΠΙΚΟΙ
ΒΑΘΜΟΙ ΒΛΑΒΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ
ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΜΗ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΙΚΟΙ
ΕΛΕΓΧΟΙ ΗΜΙΚΑΤΑΣΤΡΟΦΙΚΟΙ
ΕΛΕΓΧΟΙ ΕΠΙ ΤΟΠΟΥ ΧΗΜΙΚΟΙ
ΕΛΕΓΧΟΙ



ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ ΓΙΑ
ΤΗΝ ΠΡΟΣΟΧΗ
ΣΑΣ

